

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Tae-hyeun HA et al.

Application No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: October 30, 2003

Examiner: Unassigned

For: SYNCHRONIZATION DETECTION APPARATUS AND METHOD BASED ON
ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No(s). 2002-68761

Filed: November 7, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: October 30, 2003

By: 

Michael D. Stein
Registration No. 37,240

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

KOREAN INDUSTRIAL PROPERTY OFFICE

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office.

Application Number: Patent Application No. 2002-68761

Date of Application: 07 November 2002

Applicant(s): Samsung Electronics Co., Ltd.

27 November 2002

COMMISSIONER

1020020068761

2002/11/28

[Document Name] Patent Application
[Application Type] Patent
[Receiver] Commissioner
[Reference No] 0012
[Filing Date] 2002.11.07.
[IPC No.] H04J
[Title] OFDM based timing synchronization apparatus and method

[Applicant]
Name: Samsung Electronics Co., Ltd.
Applicant code: 1-1998-104271-3

[Attorney]
Name: Young-pil Lee
Attorney's code: 9-1998-000334-6
General Power of Attorney Registration No. 1999-009556-9

[Attorney]
Name: Hae-young Lee
Attorney's code: 9-1999-000227-4
General Power of Attorney Registration No. 2000-002816-9

[Inventor]
Name: Tae-hyeun HA
I.D. No. 701213-1121911
Zip Code 121-781
Address: 33-406 Seongsan Siyoung Apt., Seongsan-dong, Mapo-gu, Seoul
Nationality: KR

[Inventor]
Name: Jae-seok KIM
I.D. No. 551001-1268519
Zip Code 412-738
Address: 524-1303 Eunbit Maeul, Hwajeong 1-dong, Deokyang-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do
Nationality: KR

[Inventor]
Name: Seonung-joo LEE
I.D. No. 700213-1029516
Zip Code 121-816
Address: 2F-1 (153-1) Donggyo-dong, Mapo-gu, Seoul
Nationality: KR

[Application Order] We file as above according to Art.42 of the Patent Law.
Attorney Young-pil Lee-
Attorney Hae-young

[Fee]
Basic page: 18 Sheet(s) 29,000 won
Additional page: 0 Sheet(s) 0 won

Priority claiming fee:	0 Case(s)	0 won
Examination fee:	0 Claim(s)	0 won
Total:		29,000 won

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings)	1 copy each
---	-------------

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0068761
Application Number PATENT-2002-0068761

출원년월일 : 2002년 11월 07일
Date of Application NOV 07, 2002

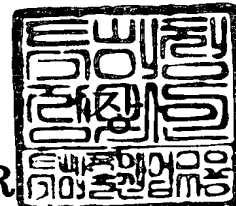
출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002 년 11 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0012
【제출일자】	2002.11.07
【국제특허분류】	H04J
【발명의 명칭】	O F D M 기반 동기 검출 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	OFDM based Timing Synchronization apparatus and method
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	하태현
【성명의 영문표기】	HA,Tae Hyeun
【주민등록번호】	701213-1121911
【우편번호】	121-781
【주소】	서울특별시 마포구 성산동 성산시영아파트 33동 406호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김재석
【성명의 영문표기】	KIM,Jae Seok
【주민등록번호】	551001-1268519

【우편번호】 412-738
【주소】 경기도 고양시 덕양구 화정1동 은빛마을 524동 1303호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 이성주
【성명의 영문표기】 LEE, Seoung Joo
【주민등록번호】 700213-1029516
【우편번호】 121-816
【주소】 서울특별시 마포구 동교동 153-1 2층 1호
【국적】 KR
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대
리인 이영
필 (인) 대리인
이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 18 면 29,000 원
【가산출원료】 0 면 0 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 0 항 0 원
【합계】 29,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명에 따라 OFDM 기반 동기 검출 장치 및 동기 검출 방법이 개시된다. 상기 본 발명에 따른 OFDM 기반 동기 검출 장치에 있어서, 수신한 데이터 샘플을 2^n (n 은 0 이상의 정수)레벨로 양자화하는 2^n 레벨 양자화부와, 상기 2^n 레벨 양자화부에 의해 양자화된 데이터 샘플을 소정 클럭 지연시키는 지연부와, 2^n 레벨 양자화부에 의해 출력된 데이터를 상기 지연부로부터 출력된 데이터의 지수 크기 만큼 쉬프트하는 쉬프트부와, 상기 쉬프트부로부터의 출력의 합으로부터 피크값을 검출하는 피크 검출부를 포함한다. 이상과 같은 본 발명에 의하면, 성능의 열화없이 동기 검출 장치의 하드웨어 복잡도를 감소시킬 수 있다.

【대표도】

도 4

【명세서】**【발명의 명칭】**

OFDM 기반 동기 검출 장치 및 방법{OFDM based Timing Synchronization apparatus and method}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 DVB-T 표준에 의한 전송 데이터 구조를 도시한 도면,
도 2는 종래기술에 따른 시간동기 탐지를 위한 상관기 구성의 일 예의 블록도,
도 3은 종래기술에 따른 시간동기 탐지를 위한 상관기 구성의 다른 예의 블록도,
도 4는 본 발명에 따른 시간동기 탐지를 위한 상관기 구성의 일 예의 블록도,
도 5는 도 4에 도시된 본 발명에 따른 상관기에서 2ⁿ 레벨 양자화하는 방법을 설명하기 위한 도면.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <6> 본 발명은 OFDM 전송 시스템의 수신단에서 동기를 검출하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로, 좀더 구체적으로는, 2ⁿ 레벨 양자화된 샘플을 이용하여 동기를 검출하는 방법 및 장치에 관한 것이다.
- <7> 유럽형 디지털 방송 수신기(DVB-T) 및 디지털 오디오 방송(DAB) 그리고 고속 무선 랜(WLAN)에서 사용되고 있는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 시스템

은 수신된 프레임 신호와 그 프레임에 대한 사이클릭 프리픽스의 상관관계를 이용하여 프레임의 시간 오프셋을 탐지함으로써 시간 동기를 맞춘다.

<8> 도 1에 상기 유럽형 디지털 방송 수신기 등에서 사용되고 있는 전송데이터 구조가 도시되어 있다. 전송 데이터 구조(100)는 사이클 프리픽스1(110), 데이터(120), 사이클 프리픽스 2(140), 데이터(150)를 포함한다. 사이클 프리픽스 1(110)은 데이터(120)의 일부의 내용(130)을 카피한 부분이고, 사이클 프리픽스 2(140)는 데이터(150)의 일부의 내용(160)을 카피한 부분이다. 사이클 프리픽스는 전송 데이터 중의 일부를 동기 검출을 위해 전송된 중복된 부분을 말하는 것으로, 송신측에서 매 데이터 프레임마다 이와 같은 사이클 프리픽스를 제공하여 전송을 하면 수신측에서는 이와 같은 사이클 프리픽스 구간을 검출함으로써 데이터가 어디에서부터 시작되는지 알 수 있다.

<9> 도 2에 종래 기술에 따라 시간 동기를 탐지하기 위한 상관기의 일 예가 도시되어 있다.

<10> 상관기(200)은 입력 데이터 샘플을 수신하여 N클럭 지연시키는 지연부(210)와, 지연부(210)의 출력의 복소공액을 구하는 복소공액부(220)와, 현재 수신된 데이터 샘플과 복소공액부(220)로부터의 출력을 곱하는 곱셈부(230)와, 이러한 곱셈 결과에서 실수부값만을 취하는 실수부 추출부(240)와, 실수부 추출부(240)의 출력을 매 클럭마다 L개 만큼 연속적으로 더해주는 이동합 계산부(250)와, 이동합 계산부(250)의 결과중 최대값을 탐지하여 시간동기를 결정하는 피크검출부(260)를 포함한다.

<11> 이동합 계산부(250)는 아래 식[1]과 같이 표현되는 상관값을 계산한다.

<12> **【수학식 1】**
$$\Lambda(n) = \sum_{k=1}^{n+L} r(k) r^*(k-N)$$

- <13> 이때, $r(k)$ 은 샘플링된 기저주파수 대역의 수신 신호를 의미하며, N 은 OFDM 시스템에서 사용하는 DFT(Digital Fourier Transform)의 입력 데이터 사이즈이다. $r^*(k-N)$ 은 $r(k)$ 를 N 클럭 지연시킨 후 복소공액화한 데이터를 의미한다. 이와 같이 계산된 $\Lambda(n)$ 중에서 최대값을 가지는 $\Lambda(n)$ 이 상관 최고치(correlation peak)를 의미하는데, 이 상관 최고치의 존재유무와 위치를 검색하여 시간동기가 이루어진다.
- <14> 즉, 도 1에 도시된 전송 데이터 구조에서 사이클 프리픽스1(110)과 카피된 사이클 프리픽스 1(130)은 N 클럭만큼의 지연 시간을 가지므로, 도 2에 도시된 상관기에서 수신된 입력 데이터 샘플을 N 클럭 지연시킨다면 사이클 프리픽스 사이의 데이터 간격을 떠올 수 있고, 수신된 데이터 샘플이 사이클 프리픽스라면 사이클 프리픽스와 카피된 사이클 프리픽스는 동일한 데이터를 가지므로 이동합 계산부는 최대값을 출력하게 될 것이다. 도 2에 도시된 상관기는 이와 같은 방법에 의해 시간 동기를 탐지할 수 있다.
- <15> 도 3에 종래기술에 따라 시간동기를 탐지하기 위한 상관기의 다른 예가 도시되어 있다.
- <16> 상관기(300)는 입력 데이터를 입력 데이터의 사인 비트만을 이용하여 양자화하는, 즉, 입력신호가 0보다 크면 +1로, 그렇지 않으면 -1로 양자화하는 사인 비트 양자화부(310)와, 사인 비트 양자화부(310)로부터의 출력을 N 클럭 지연시키는 지연부(320)와, 지연부(320)의 출력의 복소공액값을 구하는 복소공액부(330)와, 이 복소공액부(330)의 출력값과 입력 데이터 샘플을 곱하는 곱셈부(340)와, 곱셈부(340)의 결과에서 실수부만을 취하는 실수부 추출부(350)와, 실수부 추출부(350)의 출력을 매 클럭마다 L 개 만큼

연속적으로 합산하는 이동합 계산부(360)와, 이동합 계산부(360)의 결과중 최대값을 탐지하여 시간동기를 결정하는 피크 검출부(370)를 포함한다.

- <17> 이와 같은 종래기술에 의한 상관기들의 구성에서는 상관값을 구하기 위해 곱셈기를 필요로 하는데 곱셈기를 구현하기 위해서는 복잡한 회로구성이 필요하기 때문에 상관 시스템의 하드웨어 복잡도를 증가시킨다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <18> 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하여 성능의 열화 없이 하드웨어 복잡도를 감소시킬 수 있는 OFDM 기반 동기 검출 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <19> 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 하나의 특징은, OFDM 기반 동기 검출 장치에 있어서, 수신한 데이터 샘플을 2^n (n 은 0 이상의 정수)레벨로 양자화하는 2^n 레벨 양자화부와, 상기 2^n 레벨 양자화부에 의해 양자화된 데이터 샘플을 소정 클럭 지연시키는 지연부와, 2^n 레벨 양자화부에 의해 출력된 데이터를 상기 지연부로부터 출력된 데이터의 지수 크기 만큼 쉬프트하는 쉬프트부와, 상기 쉬프트부로부터의 출력의 합으로부터 피크값을 검출하는 피크 검출부를 포함하는 것이다.

- <20> 바람직하게는, 상기 2^n 레벨 양자화부는, 수신된 데이터 샘플을 2^n 값으로 비례확대하고, 상기 비례확대된 데이터 샘플을 2^i 레벨($i=0,1,\dots,n$)로 수렴시킨다.

- <21> 또한, 바람직하게는, 상기 비례확대는, 샘플 $r(k)$ 를
$$x = \frac{2^n r(k)}{\max r(k)}$$
 로 스케일링한다.

<22>

또한, 바람직하게는, 상기 수렴은, 상기 정규화된 값 x 를

$$Q_L[x] \triangleq \begin{cases} 2^{\lfloor \log_2 x \rfloor}, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \end{cases} \quad (\text{여기서, } \lfloor \log_2 x \rfloor \text{는 } \log_2 x \text{와 가장 근접한 정수})$$

로 수렴시킨다.

<23>

본 발명의 다른 특징은, OFDM 기반 동기 검출 방법에 있어서, 수신 데이터 샘플을 2^n 레벨로 양자화한 데이터 샘플을 소정 클럭 지연시키는 단계와, 현재 수신되어 2^n 레벨 양자화한 데이터 샘플을 상기 소정 클럭 지연된 데이터의 지수 크기 만큼 쉬프트하는 단계와, 상기 쉬프트된 결과를 이용하여 동기를 검출하는 단계를 포함하는 것이다.

<24>

이제, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

<25>

DVB-T 등에서 수신단의 시간동기 검출을 위해 이용하는 사이클 프리픽스는 주기적으로 전송 데이터의 일부가 카피되는 부분으로서, 이와 같은 사이클 프리픽스를 검출하기 위해 식 [1]에서와 같이 수신한 데이터를 N 클럭 지연시켜 현재 수신한 데이터와 그 대로 곱하는 것이 아니라, 수신한 데이터를 2^n 레벨로 양자화함으로써 곱셈기 대신에 쉬프터를 사용하여 곱셈을 수행한다는 것이 본 발명의 기본 원리이다.

<26>

도 4에 본 발명에 따른 상관기의 구성이 도시되어 있다. 상기 상관기(400)는 입력 데이터를 2^n 레벨로 양자화하는 2^n 레벨 양자화부(410)와, 2^n 레벨 양자화부에 의해 양자화된 데이터를 N 클럭 지연시키는 지연부(420)와, 지연부(420)의 출력값의 복소공액값을 구하는 복소공액부(430)와, 이 복소공액부(430)로부터 출력된 n 값 만큼 2^n 레벨 양자화부에 의해 양자화된 출력 $q(k)$ 를 쉬프트하는 n 비트 쉬프트부(440)와, n 비트 쉬프트부(440)로부터 출력된 값에서 실수부를 취하는 실수부 추출부(450)와, 실수부 추출부(450)의 출력을 매 클럭마다 L 개 만큼 연속적으로 더해주는 이동합 계산부(460)와,

이동합 계산부(460)에 의한 이동합 결과중 최대값을 탐지하여 시간동기를 결정하는 피크 검출부(470)를 포함한다.

<27> 2^n 레벨 양자화부(410)는 수신된 데이터 샘플을 다음과 같은 방법에 의해 2^n 레벨로 양자화한다.

<28> 2^n 레벨 양자화라는 것은, 데이터를 2의 지수승 레벨로 양자화를 수행함을 의미하는 것으로, 예를 들어, 2^1 레벨 양자화는 $\{0, 2^0, 2^1\}$ 레벨을 포함하며, 0과 1 사이의 샘플은 더 가까운 값을 기준으로, 0과 1 중의 어느 하나의 값으로 양자화하고, 1과 2 사이의 샘플은 더 가까운 값을 기준으로, 1과 2 중의 어느 하나의 값으로 양자화한다. 마찬가지로, 2^2 레벨 양자화는 샘플을 $\{0, 2^0, 2^1, 2^2\}$ 중의 어느 하나로 양자화하며, 2^3 은 $\{0, 2^0, 2^1, 2^2, 2^3\}$ 중의 어느 하나로 양자화한다.

<29> 도 5에 2^2 레벨로 양자화한 샘플을 도시한다.

<30> 예를 들어, 2^0 과 2^1 사이에 있는 샘플 1의 경우에는 2^0 에 가까운 값을 가지므로 2^0 으로 양자화하고, 2^1 과 2^2 사이에 있는 샘플 4는 2^1 에 가까운 값을 가지므로 2^1 로 양자화한다. 이와 같은 방법에 의해 양자화를 수행하면 샘플들은 모두 2의 지수승 형태의 값을 가지게 되고, 따라서, 곱셈 연산을 수행할 필요 없이, 이와 같이 양자화된 샘플을 사용하면 쉬프트에 의해 곱셈을 수행할 수 있게 된다. 이와 같은 2^n 레벨 양자화 방법을 수식을 이용하여 구체적으로 설명한다.

<31> 아래 식[2]은 식[1]에서 샘플 $r(k)$ 을 2^n 레벨 양자화된 샘플 $q(k)$ 으로 치환하여 얻어진 식이다.

<32> **【수학식 2】**
$$\Lambda(n) = \sum_{k=n}^{n+L} q(k) q^*(k-N)$$

<33> 식[3]은 $r(k)$ 중 가장 큰 값을 가지는 $r(k)$ 을 2^n 으로 하고, 그에 따라 나머지 $r(k)$ 들을 비례확대(스케일링)한 다음, 양자화 함수 $Q_L[\cdot]$ 에 의해 양자화하는 과정을 나타낸다.

<34> **【수학식 3】**
$$q(k) = Q_L \left[\frac{2^n r(k)}{\max r(k)} \right]$$

<35> 여기서, $Q_L[\cdot]$ 는 식[4]와 같은 복소 양자화를 의미하며, 각 스케일링된 샘플 값을 2^i 레벨중의 어느 하나로 양자화를 수행함을 의미한다.

<36> **【수학식 4】**
$$Q_L[x] \triangleq Q[Re\{x\}] + jQ[Im\{x\}]$$

<37> 다시, $Q_L[\cdot]$ 은 다음과 같이 표현된다.

<38> **【수학식 5】**
$$Q_L[x] \triangleq \begin{cases} 2^{\lfloor \log_2 x \rfloor}, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \end{cases}$$

<39> 위 식에서 $\lfloor a \rfloor$ 는 a 와 가장 근접한 정수를 의미한다. 위와 같은 양자화 과정을 통해 $q(k)$ 은 2^i 형태의 양자화값을 가지게 되고, 곱셈기는 i -비트 쉬프트로 단순화될 수 있다. 이와 같은 양자화가 2^n 레벨 양자화부(410)에 의해 수행되며, 양자화된 값 $q(k)$ 는 지연부(420)와 n 비트 쉬프트부(440)로 전송된다.

<40> 이와 같이 곱셈기를 쉬프트로 변환하면 식[1]은 식[6]과 같이 변경될 수 있다.

<41> **【수학식 6】**
$$\Lambda(n) = \sum_{k=n}^{n+L} \{q(k) \ll l(k-N)\}$$

<42> **【수학식 7】**
$$l(k-N) = \log_2 q^*(k-N)$$

<43> 위 식에서 $q(k) \ll l(k-N)$ 는 $q(k)$ 를 $l(k-N)$ 비트 만큼 왼쪽으로 비트의 자리를 이동 하라는 의미이다. 그리고, 식[7]은 2^n 레벨 양자화된 샘플 $q^*(k-N)$ 를 $l(k-N)$ 으로 변환 하는 것으로서, $l(k-N)$ 은 2^n 레벨 양자화된 샘플에서 추출된 지수승의 크기를 나타낸다. 이와 같이, $q^*(k-N)$ 를 $l(k-N)$ 으로 변환하는 동작, 즉, 2^n 레벨 양자화된 샘플에서 지수 승의 크기를 추출하는 구성요소는 도 4에 별도로 도시하지 않았지만 복소공액부(430)과 n비트 쉬프트부(440) 사이에 위치할 수 있다는 것은 당업자라면 충분히 이해할 것이다. 그리고, 이와 같이 추출된 지수승의 크기만큼 쉬프트의 비트 이동을 시키는 것에 의해 곱셈 연산과 동일한 기능을 수행할 수 있게 된다.

【발명의 효과】

<44> 상기와 같은 본 발명의 의하면, OFDM 시스템의 수신단에서 동기를 검출하는 상관기 에서 상관계수를 2^n 레벨 양자화하여 사용함으로써 곱셈기 대신에 쉬프트를 사용할 수 있으므로 성능의 열화 없이 하드웨어 복잡도를 대폭 감소시킬 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

OFDM 기반 동기 검출 장치에 있어서,

수신한 데이터 샘플을 2^n 레벨로 양자화하는 2^n (n 은 0 이상의 정수)레벨 양자화부와,

상기 2^n 레벨 양자화부에 의해 양자화된 데이터 샘플을 소정 클럭 지연시키는 지연부와,

2^n 레벨 양자화부에 의해 출력된 데이터를 상기 지연부로부터 출력된 데이터의 지수 크기 만큼 쉬프트하는 쉬프트부와,

상기 쉬프트부로부터의 출력의 합으로부터 피크값을 검출하는 피크 검출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 검출 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 2^n 레벨 양자화부는, 수신된 데이터 샘플을 2^n 값으로 비례확대하고, 상기 비례확대된 데이터 샘플을 2^i 레벨($i=0,1,\dots,n$)로 수렴시키는 것을 특징으로 하는 동기 검출 장치.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 비례확대는, 샘플 $r(k)$ 를 $x = \frac{2^n r(k)}{\max r(k)}$ 로 스케일링하는 것을 특징으로 하는 동기 검출 장치.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 수렴은, 상기 정규화된 값 x 를
$$Q_L[x] \doteq \begin{cases} 2^{\lfloor \log_2 x \rfloor}, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \end{cases}$$
 (여기서, $\lfloor \log_2 x \rfloor$ 는 $\log_2 x$ 와 가장 근접한 정수)로 수렴시키는 것을 특징으로 하는 동기 검출 장치.

【청구항 5】

OFDM 기반 동기 검출 방법에 있어서,

수신 데이터 샘플을 2^n (n 은 0 이상의 정수)레벨로 양자화한 데이터 샘플을 소정 클럭 지연시키는 단계와,

현재 수신되어 2^n 레벨 양자화한 데이터 샘플을 상기 소정 클럭 지연된 데이터의 지수 크기 만큼 쉬프트하는 단계와,

상기 쉬프트된 결과를 이용하여 동기를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 검출 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 양자화 단계는,

상관계수를 2^n 값으로 비례확대하는 단계와,

상기 비례확대된 상관계수를 2^i 레벨($i=0,1,\dots,n$)로 수렴시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 동기 검출 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 비례확대는, 샘플 $r(k)$ 를 $x = \frac{2^n r(k)}{\max r(k)}$ 로 스케일링하는 것을 특징으로 하는 동기 검출 방법.

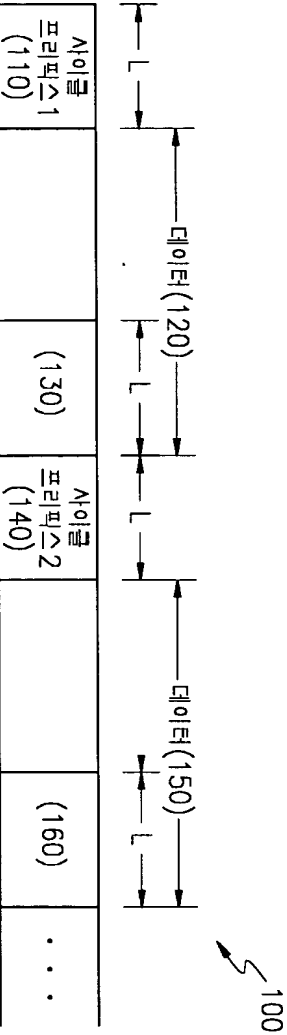
【청구항 8】

제7항에 있어서,

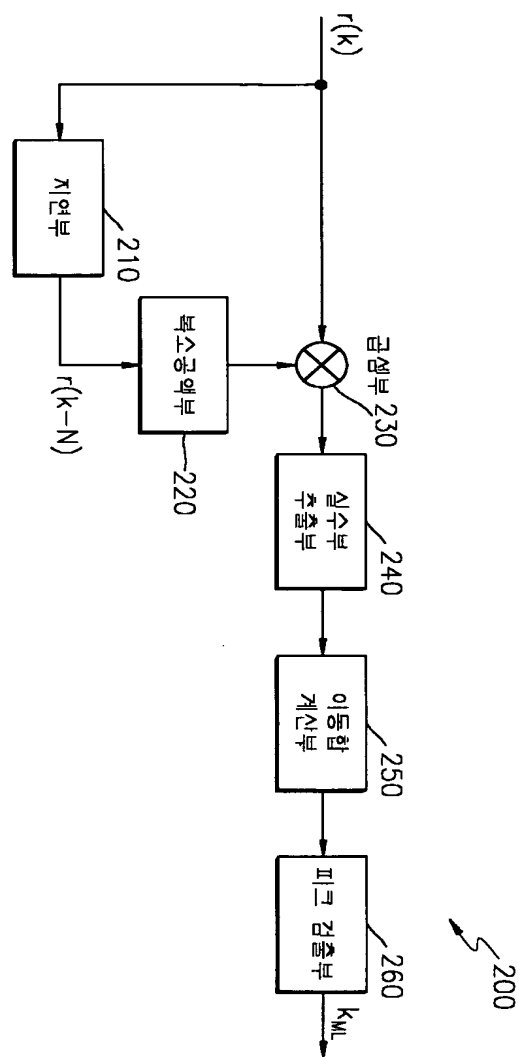
상기 수렴은, 상기 스케일링된 값 x 를
$$Q_L[x] \triangleq \begin{cases} 2^{\lfloor \log_2 x \rfloor}, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \end{cases}$$
 (여기서, $\lfloor \log_2 x \rfloor$ 는 $\log_2 x$ 와 가장 근접한 정수)로 수렴시키는 것을 특징으로 하는 동기 검출 방법.

【도면】

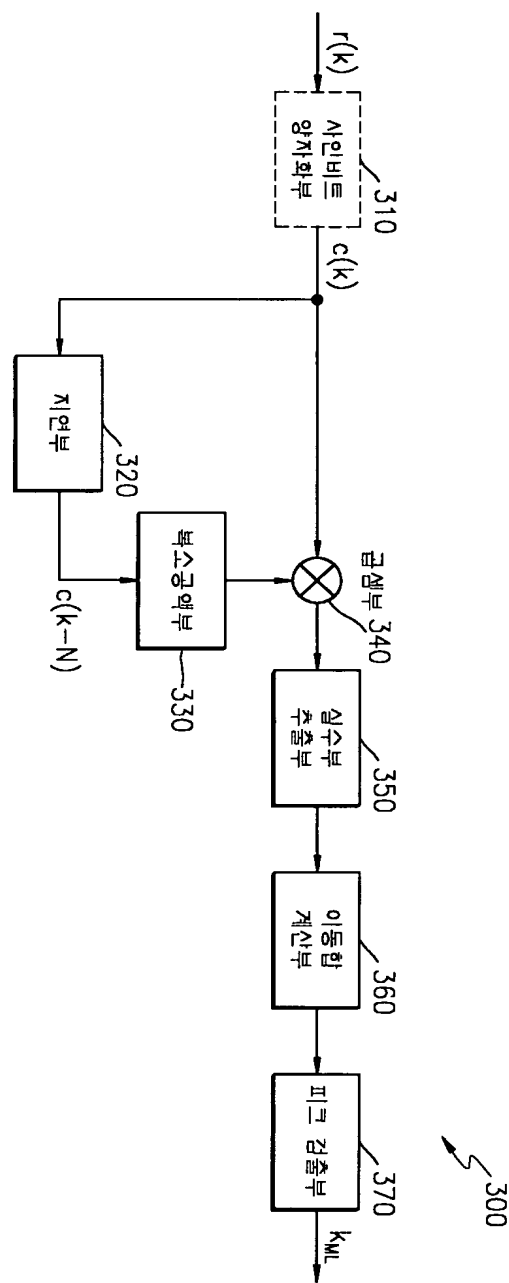
【도 1】



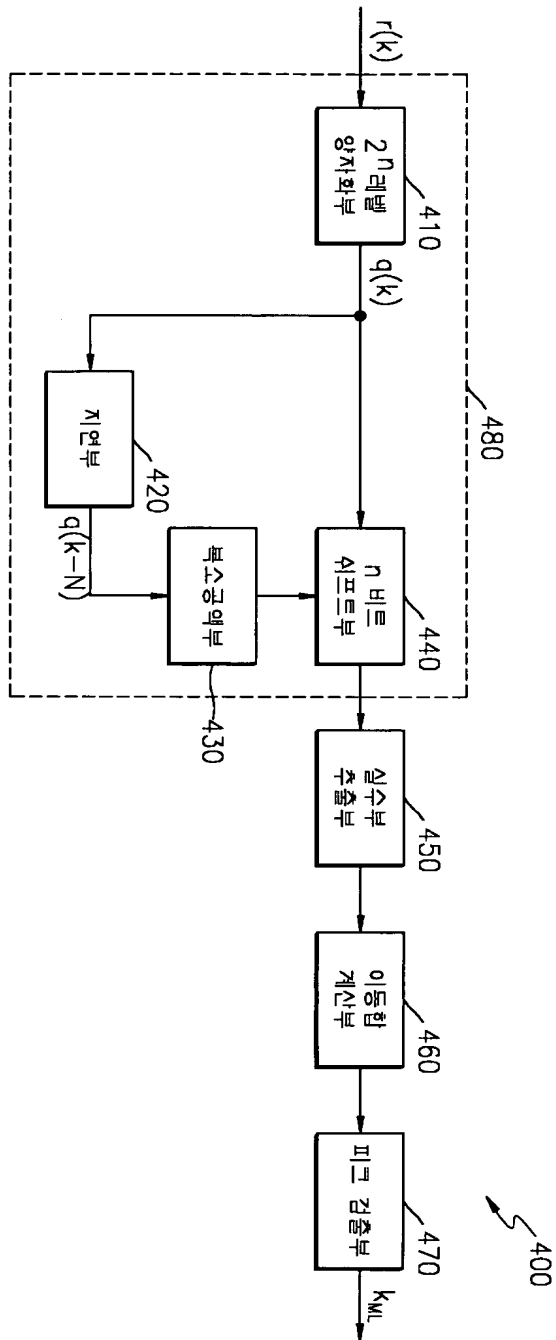
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

